

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 59024804
PUBLICATION DATE : 08-02-84

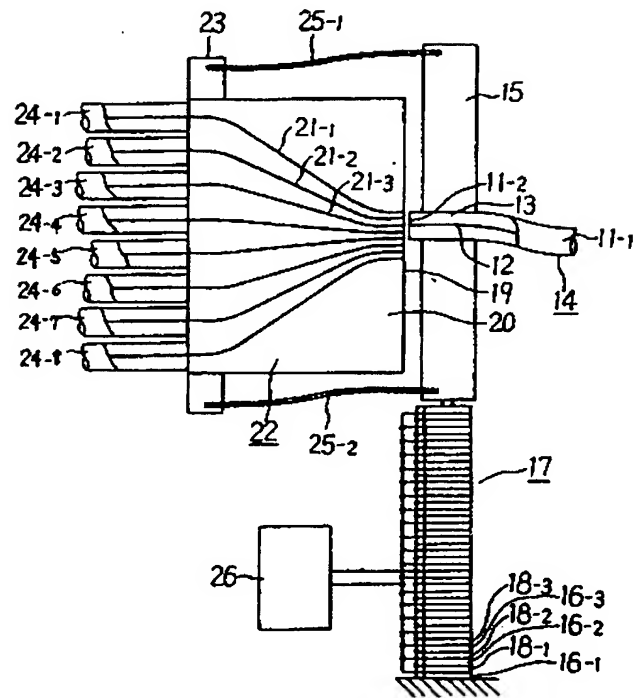
APPLICATION DATE : 02-08-82
APPLICATION NUMBER : 57133760

APPLICANT : HATTORI SHUZO;

INVENTOR : WAKITA NAOMASA;

INT.CL. : G02B 5/14 G02B 5/00

TITLE : SWITCHING SYSTEM OF OPTICAL WAVEGUIDE



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a switching system for optical waveguides which is high in speed and rational by driving the multilayered piezoelectric medium provided in a part of the optical waveguides in combination with an optical integrated circuit.

CONSTITUTION: Slab optical waveguides 21.1~21.3,~ of an optical integrated circuit formed on a plate body 20 are connected to plural branch optical fiber waveguides 24.1~24.8, and a main optical fiber waveguide 14 having a movable end 11.2 and a stationary end 11.1 on a movable piece 15 is provided in contact with the end faces thereof. When a voltage is impressed to the electrode 18.1~ 18.3,~ of sheet-like piezoelectric bodies 16.1~16.3,~ from a control voltage source 26, a multilayered piezoelectric laminate 17 is stretched. Then the movable end 11.2 moves longitudinally together with the piece 15 against leaf springs 25.1, 25.2 and switches the light propagated between the main waveguide 14 and the branch waveguide 24. Since the laminate 17 moves at a high speed, the high speed and rational switching system for optical waveguides is obt'd.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—24804

⑤ Int. Cl.³

G 02 B 5/14

5/00

識別記号

庁内整理番号

7370—2H

7036—2H

⑬ 公開 昭和59年(1984) 2月 8日

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 光導波路スイッチ方式

名古屋市瑞穂区高辻町14の18日

本特殊陶業株式会社内

⑮ 特 願 昭57—133760

⑯ 発 明 者 脇田尚正

⑰ 出 願 昭57(1982) 8月 2日

名古屋市瑞穂区高辻町14の18日

⑱ 発 明 者 服部秀三

本特殊陶業株式会社内

愛知県愛知郡長久手町大字長久
手字武蔵塚42の1

⑲ 出 願 人 日本特殊陶業株式会社

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

⑳ 発 明 者 大矢寛二

㉑ 出 願 人 服部秀三

名古屋市瑞穂区高辻町14の18日
本特殊陶業株式会社内愛知県愛知郡長久手町大字長久
手字武蔵塚42の1

㉒ 発 明 者 伊藤一夫

㉓ 代 理 人 弁理士 竹内守

明 細 書

1. 発明の名称

光導波路スイッチ方式

2. 特許請求の範囲

(1) 一端が固定された固定端及び他端が所定方向に可動する可動端を有し、中心にコア及び外周にクラッドを有する基幹光ファイバ導波路と、前記可動端に結合して前記導波路に対し垂直な方向に振動する多層圧電積層体と、前記導波路の可動端に側縁が近接して支持され前記振動方向と同一方向に主面を有する板体及びこの板体面に配置されその一端が前記側縁において前記導波路と略対向する関係位置に一端を並設された複数のスラブ光導波路とよりなる光集積回路と、前記スラブ光導波路の他端に固定接続された複数の分枝光ファイバ導波路とを具備し、前記多層圧電積層体には、基幹光ファイバ導波路を伝播する光エネルギーを所望する複数のスラブ光導波路の一つに結合せしむるための制御電圧が給電されることを特徴とする光導波路スイッチ方式。

(2) 前記光集積回路は略矩形の板体で構成され、その一側縁には相互に干渉を生じない程度の関係位置に並設され、前記側縁に直角方向に一端が配置され、他端は夫々固定の分枝光ファイバ導波路に接続された複数のスラブ光導波路を具備する特許請求の範囲第1項記載の光導波路スイッチ方式。

(3) 前記分枝光ファイバ導波路の夫々の一端を固定して固定端とし、夫々の他端を可動端として可動端に多層圧電積層体を結合し、複数の光集積回路の夫々の所望する複数のスラブ光導波路の一つに前記分枝光ファイバ導波路を伝播する光エネルギーを結合させるように構成してなる特許請求の範囲第1項記載の光導波路スイッチ方式。

3. 発明の詳細な説明

本発明は基幹光導波路を伝播する光エネルギーを複数の分枝光導波路のうち所望の一つに伝播する光エネルギーを結ぶための光導波路のスイッチ方式に関する。

従来のこの種スイッチ方式は通常分枝光導波路のうち一つを選択するために光導波路をリレーと

同様の構造の電磁力によっていた。従ってその動程は光ファイバ導波路のクラッド径に相当した0.1 mmの大きさである。この場合の位置決め精度は光ファイバ導波路のコア径の $1/10$ に相当する1 μ mの大きさで、この精度は剛体ストッパを用いて実現している。又この場合の切換応答時間は1ミリ秒の程度である。

このような設計の制約下に1ミリ秒の応答時間で1000本の分枝光ファイバ導波路の中から1つを選択する光導波路スイッチ方法を実現することは技術的に困難である。何故ならば応答時間を増加することなしに電磁駆動力を 10^3 倍にすることは不可能でありさらにまた100mmの動程中でなんらの剛体による位置停止手段を用いることなく1 μ mの位置決め精度を保つことは困難だからである。又、従来 10^3 程度の数の画素を含む画像域中から一つの画素を選び出すためには、空間中のレーザービームの方向を走査するための、回転多面体鏡、電磁振動鏡、音響光学スキャナを含む各種のスキャナを含む各種のスキャナと、そのレーザービーム

即ち本発明は一端が固定された固定端及び他端が所定方向に可動する可動端を有し、中心にコア及び外周にクラッドを有する基幹光ファイバ導波路と、前記可動端に結合して前記導波路に対して垂直な方向に駆動する多層圧電積層体と、前記導波路の可動端に側縁が近接して支持され前記駆動方向と同一方向に平面を有する板体及びこの板体面に配置され、その一端が前記側縁において前記導波路と略対向する関係位置に並設された複数のスラブ光導波路とよりなる光集積回路と、前記スラブ光導波路の他端に固定接続された複数の分岐光ファイバ導波路とを具備し前記多層圧電積層体には光ファイバ導波路を伝播する光エネルギーが所望する複数のスラブ光導波路の一つに結合されるような電圧が給電されることを特徴とする光導波路スイッチ方式を提供するものである。

本発明は以下のような構成でその効果が期待できる。

即ち、多数の曲線スラブ光導波路を含む光集積回路を使用し、それら導波路間の間隔を丁度各導

をある曲線上に結像するための投影光学系が今までの所用いられてきた。代表的な回転多面体鏡は毎秒1000行を走査し、各行は2500の画素を含むから毎秒2.5メガビットの画像情報処理速度をもつ。これら自由空間画像走査システムは、通常投影光学系の収差にもとづく画像の歪曲の問題があり、これは全走査長当たり1画素の寸法を超える。また回転多面体鏡も電磁振動鏡も空間的多重性をもたず、固有の周期をもっているので画素の選択は必ず時間選択法(シリアル選択)によっている。又最近のデータ処理システムは通常パラレルデータ入出力インタフェースをそなえており、パラレルでランダムアクセスの入出力表示が今後必要とされている。

本発明はかかる従来の電磁式機械切換手段による光ファイバ導波路のスイッチ方式に代り多層圧電積層体を利用して光ファイバ導波路の一部を駆動せしめ、別に設けた光集積回路と組合せることにより高速度で且つ合理的な光導波路スイッチ方式を得ようとするものである。

波路中の電磁界の独立性を保つのに最少限必要とされるものから、光ファイバ導波路のクラッド径もしくは各画素の寸法に合致するものまで変化させるというものである。これによって約30の分枝光導波路から一つを選択するのに必要な機械的動程を0.1 mmの大きさの程度に縮小することが可能となる。

又、多数の光ファイバ導波路の可動端を同時に1ミリ秒の応答時間でもって駆動するのに、多層圧電積層体を用いることである。即ち小さな多層圧電積層体は0.1 Kgの質量Mを1ミリ秒の応答時間Tで 10^{-4} mの動程まで加速するのに必要な $(M/2)(2\pi/T)^2(d/2)$ の力に相当する100ニュートンの駆動力を与えるのに十分である。

更に1対30の光導波路スイッチ素子の複数個を組合せて1対1000或はそれ以上の多数の分枝を切換える光導波路スイッチをうることもできる。

又2種の組合せ方法も可能である。さらに光集積回路は0.1 mm厚の基板の上に形成することができ、従って、それを重ね合わせることによって、ス

ラフ光導波路の間隔の広い側の端の 30×30 の2次元の列を作り、 30×30 の分枝光ファイバ導波路と結合させ、または 30×30 の画素を含む画像域を形成することができる。そのような積層光集積回路とのスラブ光導波路は二つの30対1基本光導波路スイッチ素子の交叉方向の組合せによって選択することができる。光集積回路を作る際に用いられる光リソグラフィ法に於て、ステップアンドリビート光焼付装置は単一基板上に各々が30のスラブ光導波路を含む間隔調整用光集積回路30個の列を容易に製作可能にする。そのような1次元の 30×30 個のスラブ光導波路の列は、二つの30対1基本光導波路スイッチ素子の同方向の組み合わせによって選択することができる。1ミリ秒の応答時間の光導波路スイッチ素子のそのような組み合わせ装置は、毎秒30キロビットの画像信号処理速度を持つことになる。 30×30 個のスラブ光導波路を含む積層光集積回路と二つの30対1基本光導波路スイッチ素子の同方向組み合わせは、30チャンネルの平行データ出力インタフェースをもつ信

前記導波路の可動端(11-₂)に近接して側縁(19)を有する、例えばシリカガラス基板よりなる板体(20)をその主面が前記可動端の駆動方向と同一方向に固定支持される。板体(20)面にはネガパターンを記録したフォトリソマスクとシツプレー1350ポジ型フォトリソレジストを用いて、 $0.5 \mu\text{m}$ の厚みの金属チタンのリフトオフパターンで 1100°C 3時間の焼き込みによりチタンの拡散法によって $5 \mu\text{m}$ 巾の高屈折率ガラス層よりなるスラブ光導波路(21-₁),(21-₂),(21-₃)……の一端が約 $8 \mu\text{m}$ の間隔で近接して設けられ他端は $115 \mu\text{m}$ の間隔で配列固定されて光集積回路(22)を構成する。前記板体(20)の他端は固定子(23)によって固定され、夫々のスラブ光導波路は対応する複数の分枝光ファイバ導波路(24-₁),(24-₂),(24-₃)……に接続されると共に前記可動片(15)と固定子(23)との間には2個の板バネ(25-₁),(25-₂)が設けられ可動片(15)を一定方向に運動せしめる。

又、前記シート間電極(18-₁),(18-₂)……には制御電圧発生装置(26)が接続され、この発生装置よ

り制御電圧で制御することによって毎秒0.9メガビットの画像情報処理速度を与える筈である。従ってこの組合せ装置3セットは代表的な回転多面体鏡を開いた画像情報処理装置に相当する画像情報処理速度を有する。

以下本発明を実施例について説明すれば第1図は本発明の基本的な光導波路スイッチング方式を示すもので、一端が固定された固定端(11-₁)及び他端が所定方向に可動する可動端(11-₂)を有し、中心に直径 $6 \mu\text{m}$ のコア(12)及び外周に直径 $100 \mu\text{m}$ のクラッド(13)を有する基幹光ファイバ導波路(14)は前記可動端(11-₂)に可動片(15)が結合され更に可動片(15)には積層されたシート状圧電体(16-₁),(16-₂),(16-₃)……で構成された多層圧電積層体(17)が固着され、前記可動端(11-₂)を導波路(14)に対して垂直な方向に駆動する。シート状圧電体(16-₁),(16-₂),(16-₃)……は交互に反対方向にポーリングされていてそれらの間にはシート間電極(18-₁),(18-₂),(18-₃)……が設けられ該電極の外部において電氣的並列に配線される。

り制御電圧が加えられて各シート状圧電体の変位が累積され全体として軸方向に大きな伸びを発生する。前記多層圧電積層体は $100 \mu\text{m}$ の断面積で 100mm の長さを持つ。この多層圧電積層体は十分剛性が強く、これに $1 \mu\text{m}$ の変形を加えるには 100Kg の外力を必要とするほどである。この寸法の多層圧電積層体の最低機械共振周波数は数 kHz であるから、応答時間は1ミリ秒よりも短い。多層圧電積層体3は $100 \mu\text{m}$ の伸長に対して $2 \sim 3 \mu\text{m}$ のヒステリシスを示し、又 10°C の室温変化に対してやはり $2 \sim 3 \mu\text{m}$ の温度ドリフトを示す。制御電圧源26は基幹光ファイバ導波路と分枝光ファイバ導波路との間の結合を、それ等の間で伝播した光エネルギーの一部を検出して最適化できるようなフィードバック回路をもっている。このフィードバック回路は上記ヒステリシスや温度ドリフトも併せて補償することができる。

かかる構成にすることにより前記したように従来の電磁式による欠点は除去され極めて高精度で高効率な光導波路スイッチ方式が可能となる。

第2図は本発明の他の実施例で第1図の光導波路スイッチ方式で4素子の分枝導波路を有するスイッチ方式を交叉方向に縦続して接続し、多数の分枝導波路を切換える構造をしたものである。

即ち一端が固定された固定端(31-1)及び他端が可動端(31-2)を有する光ファイバ導波路(32)は前記可動端(31-2)に可動片(33)が結合される。更に可動片(33)には横層された多層圧電積層体(34)が固着され可動端(31-2)を導波路(32)に直角な方向に駆動する。

前記導波路の可動端(31-2)に近接した側縁(35)を有する板体(36)は駆動方向と同一方向に固定支持される。板体(36)面にはスラブ光導波路(37-1),(37-2),(37-3)……の一端が近接して設けられ、他端は所定間隔で配列固定されて光集積回路(38)を構成する。

又、夫々のスラブ光導波路の対応する他端は夫々の固定端(39-1),(39-2),(39-3)……と可動端(40-1),(40-2),(40-3)……を有する複数の対応する分枝光ファイバ導波路(41-1),(41-2),(41-3)……

が接続され前記多層圧電積層体に所定の制御用電圧を加えることによって、第1図の実施例と全く同様の作用によって光導波路を切換える動作を行う構造になっている。そしてこの各々の分枝光ファイバ導波路(41-1),(41-2),(41-3)……を基準としてこれ等の可動端(40-1),(40-2),(40-3)……に連接して共通の可動片(42)を設け、これに結合して前記光導波路(32)の駆動方向と直交する方向に設けた多層圧電積層体(43)によって前記可動端(40-1),(40-2),(40-3)……を駆動せしめ、その可動端に近接した側縁(44)を有する複数の光集積回路(45-1),(45-2),(45-3)……を設け各光集積回路に配置したスラブ光導波路(46-1),(46-2),(46-3)……及び(46-11),(46-12),(46-13)……(その他は図示せず)によって夫々の固定端より多数の分枝光ファイバ導波路(47-1),(47-2),(47-3),(47-4)……を接続し配置すれば、これ等の各導波路に伝播する光エネルギーを制御電圧によって順次高速度に切換えることができる。

第3図は第2図に示す光導波路スイッチ方式に

において光ファイバ導波路の可動端の駆動方向を同一な方向のものを組合せた実施例を示すもので一線上に配列した複数の固定端(50-1),(50-2),(50-3),(50-4)……には複数の光ファイバ導波路(51-1),(51-2),(51-3),(51-4)の固定端(52-1),(52-2),(52-3),(52-4)が接続され他端の可動端(53-1),(53-2),(53-3),(53-4)は共通の可動片(54)上に配列結合され更にこの可動片(54)は多層圧電積層体(55)が結合され前記可動端(53-1),(53-2),(53-3),(53-4)を導波路に垂直な方向に駆動する。そしてこの各々の光ファイバ導波路の可動端(53-1),(53-2),(53-3),(53-4)に近接した側縁(56)を有する複数の光集積回路(57-1),(57-2),(57-3),(57-4)を設け、各光集積回路に配置したスラブ光導波路(58-1),(58-2)……によって夫々の固定端より多数の分枝光ファイバ導波路(59-1),(59-2),(59-3)……(59-n)を設け、更に上記分枝光ファイバ導波路の他端(60-1),(60-2),(60-3)……(60-11),(60-12),(60-13)……(60-21),(60-22),(60-23)……を図示の如く例えば

延長して夫々のグループ毎に一線上になし共通の可動片(61)上に配列結合し、之を前記した多層圧電積層体(55)と同方向に駆動する多層圧電積層体(62)によって駆動せしめれば、これに接して設けた複数の光集積回路(63-1),(63-2),(63-3)……とこれ等光集積回路上に配列した多数のスラブ光導波路(64-1),(64-2),(64-3)……(64-11),(64-12),(64-13)……(64-21),(64-22),(64-23)……(64-31),(64-32),(64-33)……に伝播する光エネルギーを第2図と同様制御電圧によって順次高速度に切換えることができる。

かくして可動片54が4つの位置を1ミリ秒で走り可動片61が4つの位置を4ミリ秒で走る間に、4×16個の画素に対応する画像信号が第3図の基本光スイッチ素子の組合せ方法によって処理されることになる。

第1図から第3図の実施例に於ては1つの光集積回路中にはやゝ少ない数のスラブ光導波路が含まれているが、3μmの周長があれば各スラブ光導波路中の電磁波を独立に保つことができるから光集積回路の1単位中には32個のスラブ光導波路を言

ませることができる。いゝかえれば第3図に示されるような実施例では32ミリ秒の間に32×32×32の画素の信号を処理することができる。これは本発明の光スイッチ手段は1.02メガビット/秒の信号を処理できることを意味する。

以上の実施例に示された光導波路は基幹導波路から分枝導波路へ、或は逆の方向にいずれの方向にも光を導けるから、これ等の実施例は画像域からそれを現わす画像信号を作る方法としても或は受入れた画像信号から画像を作る方法としても用いることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る光導波^路スイッチ方式の実施例を示す構成図、第2図及び第3図は同じく本発明の他の実施例の一部を示す斜視図である。

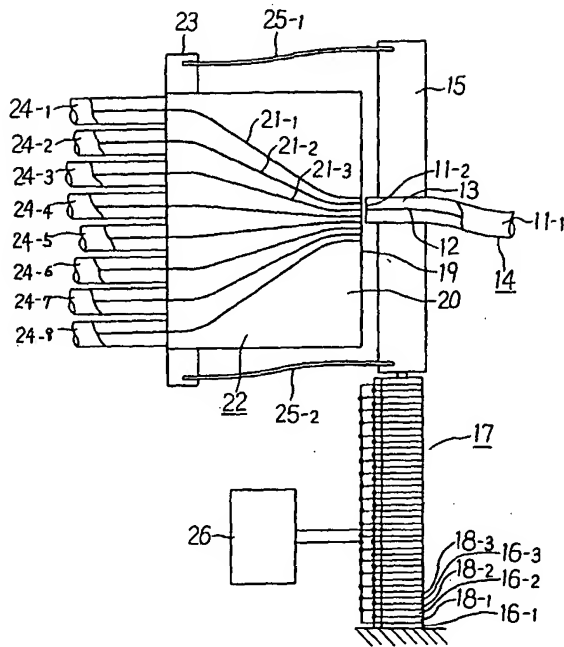
(11-1), (31-1), (39-1), (39-2), (39-3), …… (50-1), (50-2), (50-3), (50-4) …… (52-1), (52-2), (52-3), (52-4) …… 固定端 (11-2), (31-2), (40-1), ~~(40-2)~~, (40-3), (40-4) …… (53-1), (53-2), (53-3), (53-4) …… 可動端

(60-1), (60-2), (60-3), …… (60-11), (60-12), (60-13) …… (60-21), (60-22), (60-23), …… (60-31), (60-32), (60-33) …… 他端

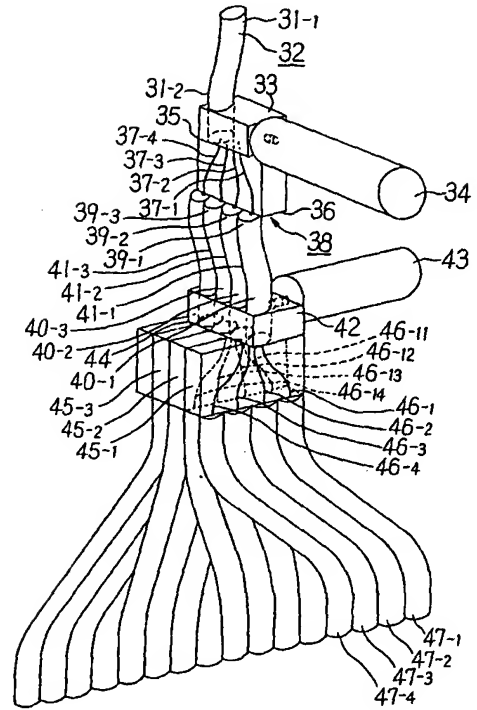
代理人 弁理士 竹 内 守

(12), …… コア (13) …… クラッド (14), (32) …… 基幹光ファイバ導波路 (15), (33), (42), (54), (61), …… 可動片 (16-1), (16-2), (16-3) …… シート状圧電体 (17), (34), (43), (55), (62), …… 多層圧電積層体 (18-1), (18-2), (18-3), …… シート間電極 (19), (35), (44), (56) …… 側縁 (20), (36), …… 板体 (21-1), (21-2), (21-3) …… (37-1), (37-2), (37-3) …… (46-1), (46-2), (46-3), …… (46-11), (46-12) (46-13) …… スラブ光導波路 (22), (38), (45-1), (45-2), (45-3) …… (57-1), (57-2), (57-3), (57-4), …… (63-1), (63-2), (63-3) …… 光集積回路 (23) …… 固定子 (24-1), (24-2), (24-3) …… (41-1), (41-2), (41-3) …… (47-1), (47-2), (47-3), (47-4) …… (59-1), (59-2), (59-3) …… (59-n) …… 分枝光ファイバ導波路 (25-1), (25-2) …… 板バネ (26) …… 制御電圧発生装置

第1図



第2図



第3図

